



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

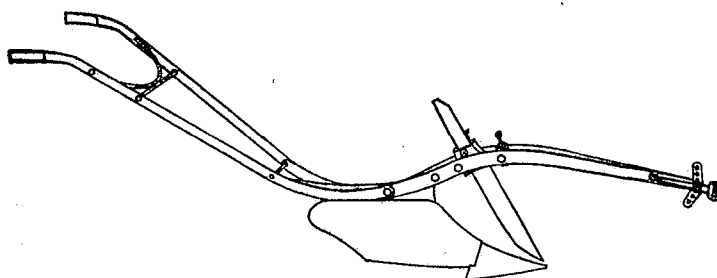
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN _____ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Reports from the Division of Soil Management



Nr 59

1980

Tomas Rydberg

STORPARCELLFÖRSÖK MED PLÖJNINGSFRI
ODLING, 1976--78.

*BIG-PLOT EXPERIMENTS WITH PLOUGHLESS
FARMING, 1976--78.*

ISBN 91-576-0701-X

Sveriges Lantbruksuniversitet, 750 07 UPPSALA
Institutionen för markvetenskap
Rapporter från jordbearbetningsavdelningen
Nr 59, 1980
ISBN 91-576-0701-X

Tomas Rydberg

STORPARCELLFÖRSÖK MED PLÖJNINGSFRI ODLING, 1976--78.

Big-plot experiments with ploughless farming, 1976--78.

INNEHÅLL:	Sid
Inledning	2
Metodik	3
Försöksplatser	4
Resultat	6
Infiltrationsmätningar	9
Att beakta vid plöjningsfri odling	11
Minskade bearbetningskostnader?	12
Slutsats och diskussion	14
Sammanfattning	16
Summary	17
Litteratur	19

Slutrapport över projektet: "Praktiska försök med plöjningsfri odling".
Projektet har finansierats av Statens Jordbruksnämnd.

INLEDNING

Intresset för den plöjningsfria odlingen steg kraftigt i början av 1960-talet, till största delen beroende på att ICI-koncernen introducerade de snabbverkande herbiciderna paraquat och diquat. Samtidigt lyckades man också få maskintillverkarna att konstruera specialsåmaskiner, som med hjälp av en skivrist placerar utsädet i obearbetad jord. Då paraquat och diquat snabbt dödar de gröna växtdelarna samtidigt som medlen inaktiveras mycket fort, kan man i mycket nära anslutning till besprutningen så en ny gröda. Denna form av plöjningsfri odling fick namnet "direktsådd", men har även många andra namn såsom "kemisk plöjning", "nollbearbetning" och "bearbetningslös odling".

Här på Ultuna kunde den nya direktsåningsmetoden provas redan på ett tidigt stadium tack vare att de engelska tillverkarna ställde både maskiner och herbicider till förfogande. Under åren 1965-68 utfördes ett 20-tal fältförsök med olika grödor. Trots enstaka mycket lyckade försök ansågs den renodlade direktsåningsmetoden vara för osäker under våra förhållanden. Det gick ej att tillfredsställande bekämpa kvickroten med de kemiska preparaten, perioden för bekämpning på hösten var för kort varför behandlingarna ej kunde upprepas. Av naturliga skäl är också höst-sädens övervintring osäkrare hos oss än exempelvis i England eller i Mellaneuropa, och detta gällde i ännu högre grad direktsådda fält. Vid direktsådd på våren är det liksom även på hösten större risk för ojämn groning då utsädet ej alltid blir riktigt myllat, främst gäller detta i hjulspåren.

Projektet med direktsådd lades på is, men fortsatte med ett långtidsförsök, som modifierades så att i stället för ren nollbearbetning utförs på hösten en grund stubbearbetning, normalt vårbruk och sådd med kombimaskin. Efter ändringen i försöksplanen hade det icke plöjda ledet fram till skördeår 1973 gett klart högre skörd än det konventionellt brukade.

I början av 1970-talet skedde en snabb utveckling av redskapen för stubbearbetning. Vidare började många olika former av ytliga bearbetningar att på allvar tillämpas på åtskilliga platser världen över, framför allt då inom områden med ringa nederbörd och el inom områden med vatten- och el vind-erosion. Och så kom oljekrisen, med kraftiga energiprishöjningar som följd. Mot bakgrund av detta och uppmuntrade av de positiva resultaten från det orienterande försöket med enbart ytlig bearbetning söktes och beviljades år 1974 medel till ett forskningsprojekt om studier av plöjningsfri odling, från SJFR, anslagsnummer A 4591 / B 3246. Samtidigt startade försöksavdelningen för jordbearbetning ett nytt försöksprojekt för att undersöka den plöjningsfria odlingens möjligheter (R2-P14, mångåriga försök med olika bearbetningssystem).

Intresset för plöjningsfri odling från lantbrukarhåll i Sverige fick starkt ökad omfattning i mitten av 1970-talet. Många ställde sig frågan om det verkligen alltid var nödvändigt att plöja, då det i många fall redan efter ett par stubbearbetningar plus efterföljande harvningar gick alldeles utmärkt att så. Kunde man inte tänka sig att spara in kostnaden för den energikrävande plöjningen och den under torra förhållanden likaså energi- och tidskrävande såbäddsberedningen? För att besvara frågan var vårt försöksmaterial alltför begränsat. Visserligen hade försök med plöjningsfri odling startat inom både riks- och länsförsöksprogrammet, men antalet skördade försök år 1975 var endast 8 st.

Vi var alltså i ett stort behov av försöksresultat. Det gällde att så snabbt som möjligt starta en enkel, billig och tämligen omfattande försöksserie för att belysa de kortsiktiga effekterna på avkastningen av en slopad

plöjning. De långsiktiga effekterna skulle studeras i försöken inom riks-försöksprogrammet. Frågan var bara hur det hela skulle genomföras praktiskt. Eftersom så många lantbrukare visat sitt intresse för plöjningsfri odling, såg vi en möjlighet att tillsammans med några av dessa genomföra en serie praktiska försök med plöjningsfri odling. Det visade sig ganska snart att det inte var några som helst svårigheter att finna önskat antal försöksvärdar. Samtliga försöksvärdar har dessutom varit mycket tillmötesgående och utfört ett mycket fint arbete. Denna försöksserie som kallats "praktiska försök med plöjningsfri odling" har välvilligt finansierats av SJN, anslagsnummer 75 19 06. Försöksserien är att betrakta som en utvidgning av det tidigare nämnda projektet om "fortsatta inledande studier av plöjningsfri odling". I denna rapport kommer försöksmetodik och försöksresultat från projektet med "praktiska försök med plöjningsfri odling" att redovisas.

METODIK

Försöks- och fältplaner.

För att inte hindra lantbrukarna alltför mycket i deras ordinarie arbete användes mycket enkla försöksplaner. Om försöksfältet skulle plöjas lämnades en ruta oplöjd. Försöket fick då följande utseende: A B A.

A = konventionell bearbetning

B = plöjningen ersatt med stubbearbetning till ca 10 cm

Analogt fick fältplanen följande utseende om skiftet ej skulle plöjas: B A B. I vissa fall förekom två st försök per fält. I resultatsammanställningen redovisas dessa upprepningar endast som ett försök. För att i någon mån kompensera bristen på upprepningar gjordes bruttorutorna tämligen stora, från 400 m² upp till 1000 m², därav namnet storparcellförsök.

Alternativa redskap till plogen.

I försöken har de i särklass vanligaste ersättningsredskapen till plogen varit tunga eller medeltunga tallriksredskap. Endast i ett fåtal fall har någon kultivator använts. Hösten 1977 ersattes dock den grunda bearbetningen i B-leden med kultivering till plogdjup i 4 st försök, se tabell 3. Kultivering till plogdjup har i resultatsammanställningarna i tabell 3 ledbeteckning C.

Försökens skötsel.

Försöksvärdarna har i de flesta fall utfört samtliga bearbetningar. Försöksfälten har nästan genomgående stubbearbetats 1-2 ggr före plöjningen. Det oplöjda ledet har oftast varit i behov av ytterligare en stubbearbetning. Det plöjda ledet har oftast fodrat ett större antal harvningar än det oplöjda, vid höstsådd. I övrigt har försöksplatsen erhållit samma behandling som fältet runt omkring.

Någon gång under försommaren avgänsades skörderutorna i försöken. I samband med detta gjordes noteringar om eventuella skillnader i grödans utveckling och om mängden ogräs varierade mellan leden. Med tanke på skördedragens placering noterades förekomsten av eventuella sprutspår och eventuell dubbelsådd, likaså om gödseln spridits ojämnt. Varje försöksplats besöktes vanligen 3-4 ggr under vegetationsperioden.

Skördeteknik.

Nära Ultuna liggande försök skördades med institutionens försökströska. Vid skörd av de övriga användes den på resp gård befintliga standard-tröskan, på följande sätt. Innan tröskningen av försöksrutorna började tröskades en blindruta på ca 20-30 m vid sidan av försöket, tanken tömdes på sitt innehåll via tömningsskruven och tömningsskruven fick sedan gå ytterligare 20 sek efter det att flödet ur den upphört. Tröskningen av blindrutan gjordes för att eliminera de fel som annars kan uppstå vid första skördedraget i försöket, orsakade av att tanken på tröska inte var helt tömd, eller att tröska tidigare använts i annan gröda osv.

Målsättningen var att få lika många skördedrag från båda leden, vanligast var 4 st från A- resp B-led. Den erhållna skörden från varje skördedrag samlades sedan upp i en jutesäck, via tömningsskruven som även vid dessa tillfällen fick gå 20 sek efter det att flödet upphört. Av stor vikt är att den som kör tröska undersöker tanken vid varje tömning och verkligen konstaterar att den är tom. Det är lätt att några kilo annars kan bli kvar, speciellt om vattenhalten vid skördetillfället är något för hög. Mängden från varje skördedrag vägdes därefter på en 100-kilos fjädervåg, som var upphängd i en två m hög trebensställning. Prov för analys av spannmålen togs i vanlig ordning.

Utförda mätningar och analyser.

Målsättningen med denna försöksserie var att i första hand studera de kortsiktiga effekterna på skörden, av en utelämnad plöjning. Utöver detta har på några av försöksplatserna utförts infiltrationsmätningar, likaså undersöktes i vissa av försöken om förekomsten av några viktiga växtskadegörare påverkas av en plöjningsfri odling. Även mätningar av sådjupet utfördes på några vårsådda försöksplatser.

Tillsammans med institutionen för ekologi och miljövard studerades på två försöksplatser om mängden maskar förändras vid plöjningsfri odling. Resultaten från dessa undersökningar redovisas ej i denna rapport.

Utöver de vanliga spannmålsanalyserna som 1000-kornvikt, rymdvikt och falltal, bestämdes även mängden N i kärnan.

FÖRSÖKSPLATSER

Av praktiska skäl har många av försöken utförts i Uppland. Någon direkt styrning av försöken till olika jordarter har ej förekommit, varför de lättare jordarna blivit något underrepresenterade. Således har Uppland 33 st skördeår, Östergötland 15 st, Södermanland 3 st, Gotland 3 st och Skåne 2 st skördeår. Tillsammans gör detta 56 st skördeår under tiden 1976--78. Försöksplatsernas läge samt jordarterna i matjorden redovisas i tabell 1.

I sammanställningarna ingår också resultat från några försök på Ultuna som institutionen genomfört helt i egen regi för att bättre lära känna de tekniska problemen vid plöjningsfri odling. Således anlades 1975 ett försök, 1976 två st och 1977 ytterligare två st försök på Ultuna egendom. Samtliga dessa fem försök ingår från och med 1979 i riksförsöksprogrammet. Totalt skördades alltså vid sidan av riks- och länsförsöksprogrammet 19 st försök år 1976, 20 st år 1977 och 17 st år 1978. Av försöken var fram t o m år 1978 15 st ettåriga, 5 st tvååriga och 11 st treåriga. Två skördeår har utgått p gr av besvärliga skördeförhållanden.

Tabell 1. Försökens läge samt jordarterna i matjorden.

Table 1. Data on individual experiments.

Län	Försök nr	Försöksplats	Jordart 0-20 cm ¹⁾ Org. cont. and particle size distribution 0-20 cm ¹⁾	Anm Note
	Exp. no.	Place		
B	1/75	Brandahlsund, Södertälje	3,5: 37-24-31-4	
C	2/75	Kläringe Vendel, Uppsala	6,5: 44-35-14-1	
C	3/75	Skottsila Knivsta, Uppsala	2,5: 41-23-27-6	
C	4/75	La Vallskog, Uppsala	2,6: 48-24-22-3	
C	5/75	Väntbrunna Balingsta, Uppsala	1,7: 42-22-31-3	
C	6/75	Stordahl Brunna, Uppsala	Mulljord	
C	7/75	Bärby Brunna, Uppsala	2,4: 34-35-23-6	
C	8/75	Brunnsholm, Enköping	1,7: 55-25-16-2	
C	9/75	Malma Ultuna, Uppsala	1,7: 27-20-37-14	3)
E	10/75	Nyckelby, Motala	2,6: 21-21-34-21	2)
E	11/75	Nyckelby, Motala	2,6: 31-26-26-14	2)
E	12/75	Nyckelby, Motala	2,6: 31-26-26-14	2)
E	13/75	Hockenstad, Söderköping	2,9: 46-27-18-6	
E	14/75	Hockenstad, Söderköping	4,9: 63-20-9-3	
E	15/75	Hockenstad, Söderköping	2,5: 54-22-18-4	
E	16/75	Hockenstad, Söderköping	4,9: 59-21-11-4	
I	17/75	St Tollby Fole, Visby	4,0: 24-16-34-22	2)
M	18/75	Brunnshill, Trelleborg	2,9: 18-14-37-28	2)
M	19/75	Reimersdahl, Trelleborg	2,1: 14-14-38-32	2)
B	1/76	Brandahlsund, Södertälje	3,8: 41-28-25-2	
C	2/76	Fansta, Uppsala	1,9: 28-39-27-4	
C	3/76	Forkarby, Uppsala	2,8: 27-24-45-1	
C	4/76	Sunnersta Ultuna, Uppsala	1,9: 33-23-38-4	3)
C	5/76	Villinge, Uppsala	5,5: 39-32-22-1	3)
E	6/76	Nyckelby, Motala	3,8: 44-20-23-9	
E	7/76	Nyckelby, Motala	2,9: 15-18-33-31	2)
E	8/76	Lårstad, Motala	2,1: 26-24-27-21	2)
E	9/76	Hockenstad, Söderköping	2,8: 47-28-16-6	
C	1/77	Ultuna, Uppsala	3,1: 54-29-12-2	4)
C	2/77	Villinge, Uppsala	6,1: 42-33-18-1	4)
E	3/77	Lårstad, Motala	3,1: 17-18-29-33	2)

1) Mull: ler-mjåla-mo-sand. Org.cont: Clay-silt-fine sand-sand.

2) Moränjord. Morainic till with stones.

3) Från och med år 1977 studeras effekten av 5 kvävenivåer i plöjda resp oplöjda led och från och med år 1979 ingår försöken i riksförsöksprogrammet. The effect of 5 N-levels to ploughed and unploughed plots, has been studied since 1977.

4) I dessa försök ingår även ett försöksled med kultivering till plogdjup varje år. Två kvävenivåer ingår, normal och hög. Från och med år 1979 ingår försöken i riksförsöksprogrammet.

These experiments also include an extra treatment, a deeper cultivation to 20 cm. Two N-levels are studied, normal and high.

Ultunaförsöken.

De ovan nämnda försöken på Ultuna har ej samma enkla försöksplan som storparcellförsöken. I tre av försöken, Malma 9/75, Sunnersta 4/76 och Villinge 5/76, studeras även effekten av fem kvävenivåer till plöjda och oplöjda led. I de två övriga, Ultuna 1/77 och Villinge 2/77, studeras likaledes N-faktorn men endast på två nivåer, dessutom tillkommer ett C-led med kultivering till plogdjup som alternativ till plöjningen. Dessa försök beräknas pågå fram t o m år 1980. Resultatredovisningen av försöken i denna rapport, omfattar enbart avkastningen i genomsnitt för plöjt resp oplöjt. Effekten av olika kvävenivåer till plöjt och oplöjt kommer att redovisas då försöken är avslutade.

RESULTAT

Tabell 2 utgör en sammanställning av storparcellförsöken med plöjningsfri odling, för de grödor som förekommit mer än en gång. I tabell 3 redovisas resultaten på de enskilda försöksplatserna åren 1976, 1977 o 1978. Resultaten stämmer mycket väl överens med dem som erhållits från övriga försöksserier.

Tabell 2. 1976--78 års storparcellförsök med plöjningsfri odling.
Plögen har i de flesta fall ersatts med tallriksredskap.

Table 2. *Big-plot experiments with ploughless farming, 1976--78.*
The plough is in most cases replaced by a disc-harrow.

Gröda och antal försök <i>Crop¹⁾ and number of experiments</i>	Plöjt <i>Conventional tillage</i> kg/ha	Oplöjt <i>Ploughless farming</i> kg/ha		t-test <i>t-test</i>
			<i>rel. values</i>	
Höstvete (27)	5140	4990	97	1.81 *
Korn (13)	4350	4140	95	2.60 *
Havre (6)	5295	5370	101	-0.68
Våroljeväxter (6)	2030	2045	101	-0.20

1) Höstvete = *winter wheat*, Korn = *spring barley*, Havre = *oats*, Våroljeväxter = *spring oil seeds (rape or turnip rape)*

* Sign. vid 5 %-nivån. *Sign. at 5 %-level.*

Växtslag. I genomsnitt har det oplöjda försöksledet sänkt skörden utom till havre och våroljeväxter. Antalet försök med havre och våroljeväxter är dock för litet för att skillnaden skall vara signifikant.

Årsmån. Av figur 1 framgår resultatens årsmånsberoende. I synnerhet år 1978 har varit ett för plöjningsfri odling ogynnsamt år. Förklaringen kan vara att den sista stubbearbetningen hösten 1977 till oplöjda led i många fall genomfördes under alltför våta förhållanden, med packnings- och ältningsskador som följd.

Växtskadegörare. År 1977 var väderleken under vegetationsperioden relativt fuktig, vilket gynnade vissa växtföljdssjukdomar. Dessa kan enligt många mening ha skadat grödan i oplöjda led mer än i plöjda. I ett examensarbete år 1977 (Wallbom & Wretler, 1978) undersöktes i några av försöken (storparcellförsök och riks- och länsförsök med grödan h-vete eller korn) om förekomsten av några viktiga växtskadegörare påverkats av de olika bearbetningsmetoderna. Inga signifikanta skillnader kunde dock påvisas.

Tabell 3. Avkastningsresultat i kg/ha (15 % vattenhalt) resp i relativtal.

Table 3. Crop yield in kg/ha (at 15 per cent moisture content) or in relative values.

Försök Experiment	År 1976 Year 1976				År 1977 Year 1977				År 1978 Year 1978			
	Förfrukt		Gröda		Gröda		Gröda		Gröda		Gröda	
	Prev. crop	Crop ⁷⁾	A	B	Crop	A	B	C	Crop	A	B	C
			kg/ha	rel. values		kg/ha	rel. values			kg/ha	rel. values	
1/75 Brandahlsund	H-rybs	H-vete	5390	97	Korn	5040	84 1)	-	-	-	-	-
2/75 Kläringe	Korn	Korn	6920	98	Havre	6030	99	Korn	4140	100	-	-
3/75 Skottsila	H-rybs	H-vete	6020	102	H-vete	3780	108	Ärter	Ej skörd	-	-	-
4/75 La Vallskog	H-vete	Havre	5010	103	H-vete	6330	97 3)	Havre	4870	95	3)	-
5/75 Våntbrunna	Havre	H-vete	4000	126	H-vete	3600	100	Havre	6310	-	103	-
6/75 Stordahl	Korn	Råg	4570	93	Korn	3530	84 1)	Havre	5750	-	98 1)	-
7/75 Bärby	Havre	H-vete	4720	88	Havre	3810	113	Korn	4530	-	95 4)	-
8/75 Brunnsholm	Korn	H-vete	5160	97	H-vete	4020	96 4)	V-raps	3050	92	-	-
9/75 Malma	H-vete	H-vete	2780	95	Korn	3700	99	Korn	2920	94	-	-
10/75 Nyckelby	H-raps	H-vete	4790	83 2)	-	-	-	-	-	-	-	-
11/75 Nyckelby	R-klöver	H-vete	5280	97	-	-	-	-	-	-	-	-
12/75 Nyckelby	Å-böna	H-vete	5740	100	-	-	-	-	-	-	-	-
13/75 Hockenstad	Ärter	H-vete	6570	99	-	-	-	-	-	-	-	-
14/75 Hockenstad	Havre	H-vete	6650	99	Ärter+Havre	Ej skörd	-	V-rybs	1150	110	-	-
15/75 Hockenstad	V-vete	Ärt+Havre	2770	94	-	-	-	-	-	-	-	-
16/75 Hockenstad	V-vete	V-rybs	1870	102	H-vete	5920	99	R-rybs	2310	97	-	-
17/75 St Tollby	Havre	S-betor	36700	99	Korn	4930	100	H-vete	4400	97	-	-
18/75 Brunnshill	H-raps	H-vete	6420	106	-	-	-	-	-	-	-	-
19/75 Reimersdahl	H-raps	H-vete	7180	93	-	-	-	-	-	-	-	-
1/76 Brandahlsund		V-rybs	-	-	H-vete	5260	105	-	-	-	-	-
2/76 Fansta		Lusern	-	-	H-vete	5860	95 5)	H-vete	5930	-	82 3)	-
3/76 Forkarby		Råg	-	-	Korn	4550	98	Korn	4930	90	4)	-
4/76 Sunnersta		H-vete	-	-	Korn	4270	108	Korn	3380	88	4)	-
5/76 Villinge		V-vete	-	-	H-vete	5160	91 3)	V-vete	3720	96	-	-
6/76 Nyckelby		R-klöver	-	-	H-vete	5110	84 6)	-	-	-	-	-
7/76 Nyckelby		H-raps	-	-	H-vete	4600	95 6)	-	-	-	-	-
8/76 Lärstad		H-rybs	-	-	H-vete	4570	102	-	-	-	-	-
9/76 Hockenstad		Ärter+Havre	-	-	V-rybs	2130	108	-	-	-	-	-
1/77 Ultuna					H-vete	-	-	H-vete	3470	101	92	-
2/77 Villinge					Korn	-	-	Korn	3750	95	89	-
Medeltal			100	98		100	98		100	96	93	

Behandlingar

A=konventionell bearbetning.

B=plöjn ersatt med stubbearbetning till 10 cm.

C=plöjn ersatt med kultivering till plogdjup.

1) Problem med kvickrot (Agropyron repens) i B-led.

2) Problem med baldersbrå (Matricaria inodora) i B-led.

3) Problem med skörderester i B-led.

4) Alltför våta förhållanden vid stubbearbetning i B-led.

5) Svårt att döda vallen i B-led.

6) Försökstekniska problem som missgynnat B-led.

7) H-vete=winter wheat, Korn=spring barley, Havre=oats, Råg=rye, H-raps=winter rape, V-rybs=spring turnip rape, Ärter=peas, Å-böna=field beans, R-klöver=red clover, S-betor=sugar beets.

A=conventional tillage.

B=disc-harrowing to 10 cm instead of ploughing.

C=cultivation to 20 cm instead of ploughing.

Problems with couchgrass (Agropyron repens) in treatment B.

Problems with scentless mayweed (Matricaria inodora) in treatment B.

Problems with the straw residues in treatment B.

Too wet conditions when the disc-harrowing was carried out in treatment B.

Hard to kill the lucerne in treatment B.

Technical problems, misfavouring treatment B.

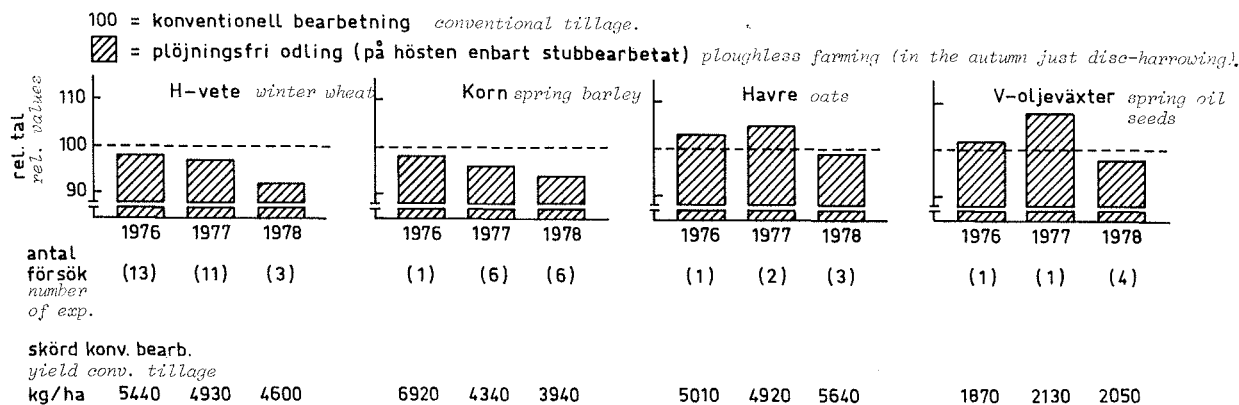


Fig. 1. 1976--78 års storparcellförsök med plöjningsfri odling. Skörderesultat.
Big-plot experiments with ploughless farming, 1976--78. Crop yield.

Kvalitativa egenskaper. Effekten av plöjningsfri odling på vissa av spannmålen's kvalitativa egenskaper redovisas i tabell 4. Som synes inga entydiga skillnader. Möjligen finns en antydning till högre 1000-kornvikt för h-vete, korn och v-oljevaxter i plöjda led, i motsats till för havre där förhållandet är det omvända. Vidare tycks mängden upptaget N i % av ts vara något större för v-oljevaxter i plöjda än i oplöjda led.

Tabell 4. 1976--78 års storparcellförsök med plöjningsfri odling. En jämförelse mellan några kvalitativa egenskaper på spannmålen.

Table 4. *Big-plog experiments with ploughless farming, 1976--78. Comparison between some qualitative characteristics.*

Gröda och antal försök <i>Crop and number of exp.</i>	Rymdvikt <i>Volume weight</i> g/l		1000-kornv <i>1000-corn weight</i> g.		N i % av ts <i>N in grain % of dry matter</i>		Falltal <i>Falling number</i>	
	plöjt ¹⁾	oplöjt ²⁾	plöjt	oplöjt	plöjt	oplöjt	plöjt	oplöjt
H-vete (27) <i>Winter wheat</i>	791	790	40.9	40.5	2.19	2.19	327	333
t-test	1.06		1.66		-0.07		-1.46	
Korn (13) <i>Spring barley</i>	656	657	42.3	42.0	1.96	1.97	-	-
t-test	-0.28		0.60		-0.54		-	
Havre (6) <i>Oats</i>	530	530	32.5	33.5	2.01	1.98	-	-
t-test	0.30		-1.46		0.88		-	
V-oljevaxter (6) <i>Spring oil seeds</i>	661	657	2.93	2.86	3.97	3.87	-	-
t-test	1.45		2.17		2.36	*	-	

1) Plöjt = *Conventional tillage*

2) Oplöjt = *Ploughless farming*

Sådjupsmätningar utfördes år 1977 i försöken 2/75, 7/75, 9/75 och 3/76 och år 1978 i försöken 9/75, 4/76 och 5/76. Samtliga försök var vårsådda. Mätningarna gjordes ca 14 dagar efter uppkomst. Resultaten från dessa mätningar visar att sådjupet blev i genomsnitt 0.5 cm större i plöjda led jämfört med i oplöjda, 4.1 cm resp 3.6 cm.

INFILTRATIONSMÄTNINGAR

I vissa av storparcellförsöken har vi utfört infiltrationsmätningar i plöjda och oplöjda led, d v s undersökt om vatten infiltrerar olika. Mätningar har utförts dels i höstsådda försök, både på hösten efter uppkomst och på våren, och dels i vårsådda försök.

Praktiskt genomförs mätningarna på så sätt att två cylindrar, en yttre och en inre, pressas ner ca 10 cm i matjorden. Den yttre cylindern är 60 cm i diameter och 30 cm hög, den inre är 40 cm i diameter och 35 cm hög. Därefter fylls mellanrummet mellan cylindrarna med vatten till ett djup av 10 cm och i omedelbar anslutning till detta fylls den inre cylindern med 15 l vatten. Infiltrationshastigheten mäts i den inre cylindern. Mättiden vid varje mätillfälle är en minut. Första mätningen görs i direkt anslutning till att den inre cylindern fyllts med vatten, därefter sker mätningarna lämpligen var 5:e eller var 10:e minut. Då mätningar ej utförs måste de båda vattenytorna hållas på en lika och konstant nivå. Vattnet som innesluts mellan cylindrarna tvingar vattnet i den inre cylindern att infiltrera rakt ner och ej åt sidorna. Torksprickor får ej förekomma. Med infiltrationsmätningarna hoppas vi kunna öka vår kunskap om de strukturella förändringar som ev. kan bli följden av plöjningsfri odling. Metoden finns utförligare beskriven av Anson R. Bertrand.

Av figur 2 framgår att infiltrationshastigheten på hösten, efter höstsådd är betydligt större i plöjda led än i oplöjda. Detta kan innebära att risken för utvintring p gr av ytvattensskador är större i oplöjda led jämfört med i plöjda. Av figur 2 framgår också att på våren har skillnaden mellan plöjda och oplöjda led reducerats, men infiltrationen är fortfarande större i plöjda led. Mätningarna är utförda under oktober 1976 och maj 1977, på försöken 3/75, 4/75, 2/76 och 5/76. Varje enskild punkt i figuren representerar ett medelvärde av 20 st mätningar.

Utifrån hittills utförda infiltrationsmätningar efter vårsådd, kan inte någon säker skillnad mellan plöjt och oplöjt konstateras. I figur 3 redovisas resultat från mätningar utförda våren 1977 på försöken 9/75 Malma och 4/76 Sunnersta. Varje enskild punkt i figuren representerar ett medelvärde av 10 st mätningar. Av intresse kan vara att påpeka att på försöket 9/75 Malma var skörderesultatet år 1977 för plöjda led bättre än för oplöjda, medan förhållandet på 4/76 Sunnersta var det omvända. Se vidare tabell 2.

Infiltrationsmätningar utgör inte ensamt någon metod med vilken man alltid kan tänkas förklara avkastningsskillnader mellan plöjda och oplöjda led orsakade av markfysikaliska skillnader. Förhoppningsvis kan den tillsammans med vissa andra fysikaliska mätmetoder hjälpa till att förklara något av variationen i skörderesultatet.

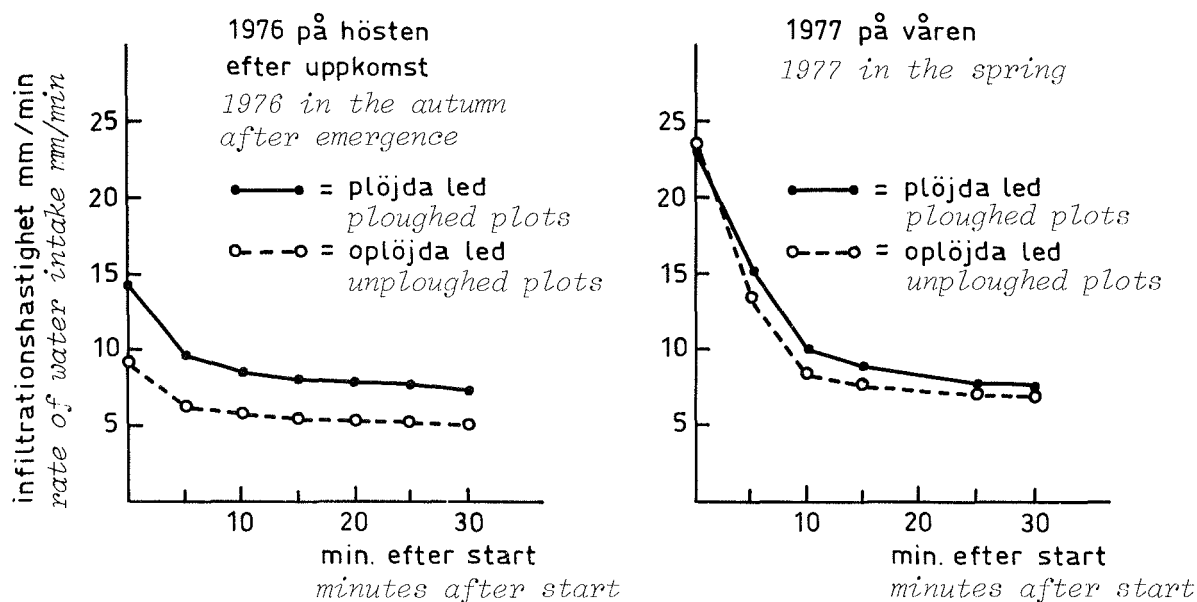


Fig. 2. Infiltrationsmätningar i plöjda och oplöjda led. Mätningarna utförda hösten 1976 och våren 1977. Samma försöksplatser höst och vår. Gröda = h-vete.
 Measurements of the rate of water intake in ploughed and unploughed plots, in the autumn 1976 and in the spring 1977. The same plots in the autumn and in the spring. Crop = winter wheat.

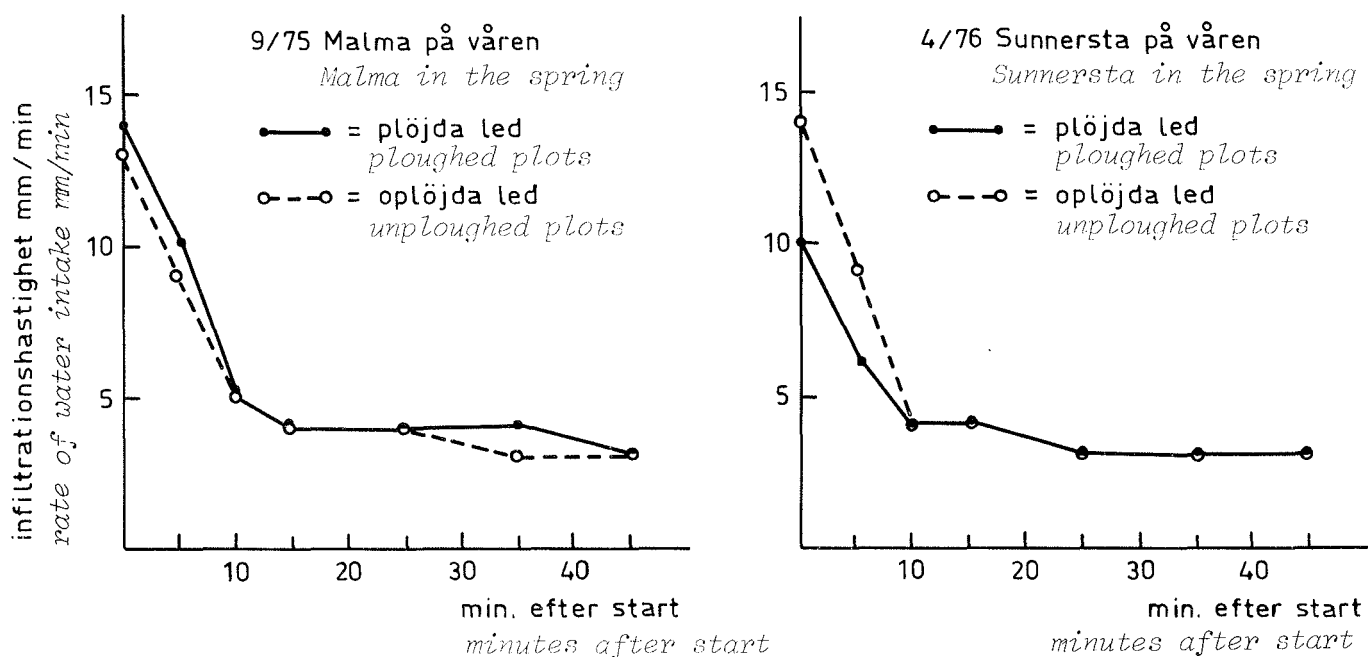


Fig. 3. Infiltrationsmätningar i plöjda och oplöjda led efter vårbruket 1977. Två försöksplatser, 9/75 Malma och 4/76 Sunnersta. Gröda = korn.
 Measurements of the rate of water intake in ploughed and unploughed plots, after spring tillage in 1977. Two places, 9/75 Malma and 4/76 Sunnersta. Crop = spring barley.

ATT BEAKTA VID PLÖJNINGSFRI ODLING

Försöksresultat och praktisk erfarenhet har visat att för att uppnå ett gott resultat med plöjningsfri odling måste följande tre krav uppfyllas. För det första får skörderesterna ej vara för rikliga och stubbhöjden skall vara låg, kravet på en god såbädd måste gälla även vid höstsådd. Vid normala skörderestmängder uppstår det sällan problem i samband med vårsådd. För det andra måste onödig packning undvikas. Stubbearbeta ej under våta förhållanden och använd om möjligt dubbelmontage. För det tredje får förekomsten av ogräs ej vara besvärande, roto-gräs bör ej förekomma.

Största möjlighet att uppnå bra resultat ur ogräs- och skörderestinblandnings-synpunkt har man om stubbearbetningarna (2-3 st) kan utföras med ca en veckas mellanrum. Viktigt är också att den första stubbearbetningen genomföres omedelbart efter skörd.

Eftersom vi fått en mycket detaljerad information av försöksvärdarna om förhållandena vid olika tillfällen, samtidigt som vi själva besökt varje försöksplats minst 3-4 ggr/år, kan vi så här i efterhand peka på i vilka fall som det torde ha varit felaktigt att inte ha plöjt. Om man använder ovan nämnda tre villkor som bedömningsgrund och inte tar med de försök där det varit olämpligt med enbart stubbearbetning, så förändras resultaten för h-vete och korn högst väsentligt. Se tabell 5.

Förfarandet är naturligtvis inte helt invändningsfritt, men vikten av de tre villkoren framstår än klarare. Trots vissa strykningar kvarstår ändå ca 70 % av det totala försöksantalet. Utelämnade försök redovisas i tabell 3 under punkterna 1-6. Av detta framgår också att två försök ej medtagits p gr av försökstekniska problem.

Tabell 5. 1976--78 års storparcellförsök med plöjningsfri odling. Tabellen innehåller endast de försök där vi utifrån vår nuvarande kunskap och erfarenhet skulle ha rekommenderat plöjningsfri odling.

Table 5. Big-plot experiments with ploughless farming, 1976--78. This table only includes field experiments where, on the basis of present knowledge, ploughless farming could have been recommended.

Gröda och antal försök <i>Crop and number of experiments</i>	Plöjt <i>Conventional tillage</i> kg/ha	Oplöjt <i>Ploughless farming</i> kg/ha		t-test <i>t-test</i>
			<i>rel. values</i>	
Höstvete (19)	5100	5110	100	-0.11
Korn (8)	4400	4365	99	0.56
Havre (4)	5290	5490	104	-1.73
Våroljevaxter (6)	2030	2045	101	-0.20

1) Höstvete = winter wheat, Korn = spring barley, Havre = oats, Våroljevaxter = spring oil seeds.

MINSKADE BEARBETNINGSKOSTNADER?

Avslutningsvis presenteras här ett försök till en ekonomisk jämförelse mellan konventionell bearbetning och plöjningsfri odling. Jämförelsen avser enbart bearbetningsdelen.

Följande uppgifter ligger till grund för beräkningarna. Maskinkostnaderna är framräknade enl riktpislista för maskinlån lantbrukare emellan. Riktpislistan finns bl a i lantmännens maskinkatalog 1980. Arbetskostnader = 40 kr/tim. Drivmedelskostnader = 18 kr/tim. Bearbetningskostnader = maskinkostnader + kostnader för arbete och drivmedel. Arbetsbehov, arbetsbredd samt bearbetningskostnader för olika redskap framgår av tabell 6. Uppgifterna om arbetsbehov och arbetsbredd är hämtade ur en handbok om arbets- och maskindata inom jordbruket av Bruno Nilsson.

Tabell 6. Arbetsbredd, arbetsbehov och bearbetningskostnad för några olika redskap.

Table 6. Working width, time required and total costs (implement, fuel and driver) for some implements.

Redskap <i>Implement</i>	Arbetsbredd <i>Working width</i> cm	Arbetsbehov <i>Time required</i> tim/ha h/ha	Bearb.-kostn <i>Total costs</i> kr/ha
Plog <i>Plough</i>	105 (3-skärig) (3-furrow)	2.9	320
Plog <i>Plough</i>	140 (4-skärig) (4-furrow)	2.4	265
Tallriksredskap <i>Disc-harrow</i>	260	1.0	125
Fjäderharv <i>Spring-tine harrow</i>	550	0.5	55

Svårigheter uppstår sedan när man skall försöka uppskatta hur många och vilka bearbetningar som går att spara vid plöjningsfri odling. Ingen situation är ju den andra lik. Ur materialet från storparcellförsöken har genomsnittsvärden beräknats. I figur 4 redovisas det antal bearbetningar som lantbrukarna i genomsnitt utfört i plöjda och oplöjda led, vid genomförandet av försöken.

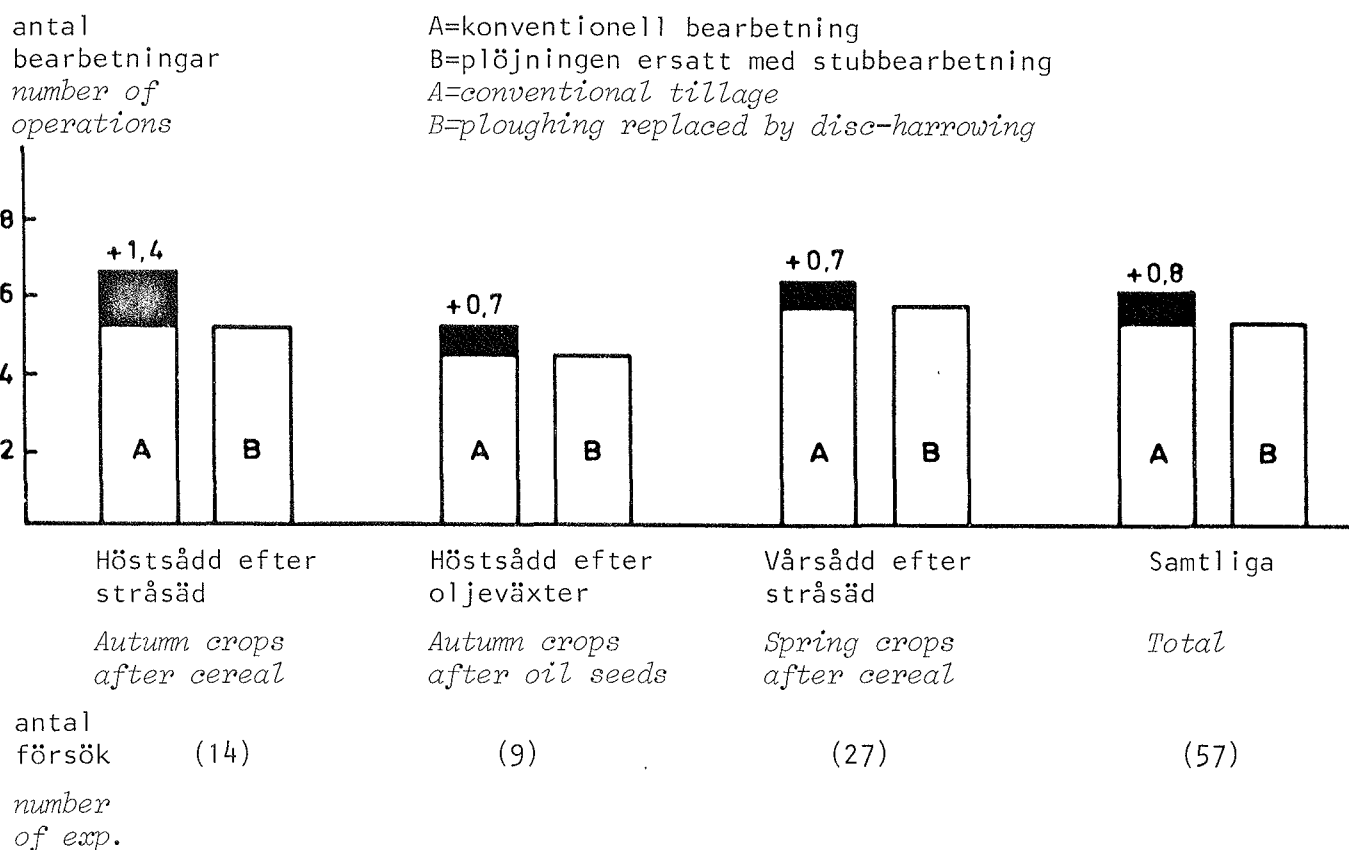


Fig. 4. Antal bearbetningar mellan skörd och sådd. I den konventionella bearbetningen ingår även plöjningen.

Number of tillage operations between harvesting and sowing. Ploughing is included in conventional tillage.

Av figur 4 ser man att till höstsådd motsvaras besparningen på bearbetnings- sidan mycket ungefärligt av kostnaden för en plöjning, $(1.4 + 0.7)/2 \approx 1$. Till vårsådd blir motsvarande besparing 7/10 av kostnaden för en plöjning.

Uttryckt i kr/ha blir besparingen vid höstsådd 265 kr/ha om 4-skärig plog användes. Omräknat i exempelvis kg höstveten per hektar $\times 0.75$ kr/kg och i % av en normskörd på 5000 kg/ha, motsvarar kostnadsbesparingen hela 7 %. För en vårsådd gröda, exempelvis korn, motsvarar på liknande beräkningssätt kostnadsbesparingen 5.5 %. Procenttalen är framräknade för att med mycket mycket stor försiktighet kunna relateras till skörderelativtalen i tabell 3.

Observera att beräkningarna förutsätter att övriga bearbetningskostnader, vid sidan av plöjningskostnaden, är jämförbara metoderna emellan.

För att erhålla en exaktare jämförelse mellan bearbetningskostnaderna vid konventionell bearbetning och plöjningsfri odling måste man utgå från vissa givna yttre förhållanden och sedan till dessa konstruera lämpliga bearbetningsalternativ. Vi har här valt att göra en jämförelse mellan plöjning och icke plöjning dels vid ideala plöjningsförhållanden och dels vid torra plöjningsförhållanden, vid höstsådd på lerjordar. Under våta förhållanden, på jordar som är känsliga för packning och där lerhalten är avgörande för bearbetningen, visar försöken att det är lämpligast med konventionell bearbetning.

Kostnaderna för de olika bearbetningsalternativen under ideala plöjningsförhållanden och under torra förhållanden framgår av tabell 7. I tabellen redovisas också arbetsbehov och kostnader för maskiner, drivmedel och arbete.

Som vi ser av tabell 7 gör man den största besparingen med plöjningsfri odling under torra förhållanden. Den uppgår i det här fallet till 355 kr/ha. Omräknat i kg höstvet och uttryckt i procent av en normskörd på 5000 kg/ha blir det hela 9 %. Även tidsvinsten blir betydande, nära 3.5 tim/ha.

Under ideala plöjningsförhållanden påverkas bearbetningsvinsten mycket av om stubbearbetning behöver utföras före plöjningen eller ej. Men då den konventionella bearbetningen är väl utprovad och man med den förfogar över en metod som i de allra flesta fall fungerar störningsfritt, finns det i nuläget ingen anledning att överge den under goda plöjningsförhållanden.

SLUTSATS OCH DISKUSSION

Uppläggningsen av denna försökserie tillgodoser ej alla krav rent statistiskt. Arbetet måste ses mot bakgrund av att hösten 1975 var behovet av att snabbt och till en ringa kostnad inhämta kunskap och erfarenhet om plöjningsfri odling mycket stort. Det hela är att betrakta som en "brandkårsuttryckning". Se tidningen Lantmannens ledare 1976-08-13. Där ställs bl a frågan: "Vem skall ta sig an de nya, snabba förändringar som sker både inrikes och utrikes?" Lantmannen skriver vidare: "Ett alternativ är alltså att man vid högskolorna jämsides med den långsiktiga försöksverksamheten skulle kunna inrätta en typ av "brandkårsverksamhet"."

Våra erfarenheter av att i brådskande situationer tillämpa tekniken med storparcellförsök är mycket positiva. Förfaringssättet kan verkligen rekommenderas.

De slutsatser som presenteras i denna rapport grundar sig även på resultat och erfarenhet från övriga försöksserier med plöjningsfri odling. Resultaten mellan de olika försöksserierna stämmer mycket väl överens.

En sammanställning av vissa resultat från samtliga försök med plöjningsfri odling publicerades i samband med försöksledarmötet i Uppsala, 1980. (Rydberg, T., 1980).

De slutsatser som man kan dra utifrån denna och övriga försöksserier, är att plöjningsfri odling i första hand bör tillämpas vid höstsådd. Det gäller särskilt om jorden är torr och plöjningen är besvärlig eller ger dåligt resultat. Med plöjningsfri odling kan man då höstså större arealer, samtidigt som man också under torra förhållanden, med plöjningsfri odling bevarar mer av den för groning nödvändiga markfukten. Risken är stor för att man med plöjning och ett intensivt harvande torkar ut jorden för mycket, så att utsädet inte kan gro utan riklig nederbörd efter sådden.

Plöjningen ersätts i så fall med 2-3 stubbearbetningar med tallriksredskap eller kultivator eller med båda i kombination. Alternativt kan någon djupkultivator användas. Viktigt är att den första stubbearbetningen utförs omedelbart efter skörd innan markytan blivit för torr och hård.

Observera att detta förutsätter att halmmängden inte är för stor, att halmen är väl hackad och fördelad samt att stubbhöjden är låg. Är det rikligt med halm måste den bort, åtminstone vid höstsådd. Vidare får mängden ogräs inte vara besvärande, kvickrot bör ej förekomma alls. Av stor vikt är också att risken för packningsskador beaktas. Stubbearbeta ej under våta förhållanden. Även i andra fall när plöjningen är besvärlig t ex på dåligt arronderade fält och/eller på fält där man plöjer upp mycket sten kan man rekommendera en prövning av plöjningsfri odling, till

Tabell 7. Arbetsbehov och kostnader vid några olika bearbetningsalternativ till höstsådd på lerjordar.

Table 7. Time required and costs of some different treatments to autumn-crops on clay and clay loam soils.

Bearbetnings- alternativ <i>Treatments</i>	Arbetsbehov <i>Time required tim/ha h/ha</i>	Kostnader Costs kr/ha			
		Maskin <i>Implem.</i>	Drivm <i>Fuel</i>	Arbete <i>Labour</i>	Summa <i>Total</i>
<u>I</u> <u>de</u> <u>a</u> <u>_</u> <u>p</u> <u>l</u> <u>ö</u> <u>j</u> <u>n</u> <u>i</u> <u>n</u> <u>g</u> <u>s</u> <u>f</u> <u>ö</u> <u>r</u> <u>h</u> <u>å</u> <u>l</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>n</u> <u>d</u> <u>e</u> <u>n</u>					
<u>G</u> <u>o</u> <u>o</u> <u>d</u> <u>_</u> <u>p</u> <u>l</u> <u>o</u> <u>u</u> <u>g</u> <u>h</u> <u>i</u> <u>n</u> <u>g</u> <u>_</u> <u>c</u> <u>o</u> <u>n</u> <u>d</u> <u>i</u> <u>t</u> <u>i</u> <u>o</u> <u>n</u> <u>s</u>					
Stubbearbetning 1 gång + plöjning (4x14") + harvn 3 ggr	4.9	270	90	195	555
<i>Disc-harrowing once + ploughing (4x14") + harrowing 3 times</i>					
Stubbearbetning 2.5 ¹⁾ ggr	3.5	220	65	140	425
<i>Stubble cultivation 2.5 times</i>					
<u>T</u> <u>o</u> <u>r</u> <u>r</u> <u>a</u> <u>_</u> <u>f</u> <u>ö</u> <u>r</u> <u>h</u> <u>å</u> <u>l</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>n</u> <u>d</u> <u>e</u> <u>n</u>					
<u>D</u> <u>r</u> <u>y</u> <u>_</u> <u>c</u> <u>o</u> <u>n</u> <u>d</u> <u>i</u> <u>t</u> <u>i</u> <u>o</u> <u>n</u> <u>s</u>					
Stubbearbetning 1 gång + plöjning (3x14") + harvn 6 ggr	6.9	380	125	275	780
<i>Disc-harrowing once + ploughing (3x14") + harrowing 6 times</i>					
Stubbearbetning 2.5 ggr	3.5	220	65	140	425
<i>Stubble cultivation 2.5 times</i>					

1) Stubbearbetning 2.5 ggr = Kultivator 1 gång + Tallriksredskap 2 ggr. Stubbearbetning 1 gång med kultivator motsvarar ungefär halva kostnaden och halva arbetsbehovet i jämförelse med stubbearbetning 1 gång med tallriksredskap.
Stubble cultivation 2.5 times = cultivator-harrow once + disc-harrow twice. Stubble cultivation once with a cultivator-harrow represents only half of the cost and half of the time required compared with stubble cultivation once with a disc-harrow.

både höst- och vårsådd. Ett oavvisligt krav på plöjningen slopas till vårsådd är en effektiv stubbearbetning på hösten.

Fortsatt försöksverksamhet får sedan visa om det finns fall då plöjningsfri odling genomgående ger högre skörd än konventionell bearbetning. Exempelvis om den hittills erhållna positiva effekten till havre och våroljeväxter är bestående eller om vissa jordarter är speciellt lämpade för plöjningsfri odling. För närvarande är den plöjningsfria odlingen att betrakta som ett komplement till den konventionella. I de fall då den konventionella bearbetningen frungerar bra och störningsfritt skall den givetvis tillämpas, men där så ej är fallet bör man söka sig fram på andra vägar.

SAMMANFATTNING

Under åren 1976--78 genomfördes, vid sidan av ordinarie riks- och länsförsöksprogram, med hjälp av lantbrukare i Syd- och Mellansverige en serie storparcellförsök med plöjningsfri odling. Av försöken var 13 st ett-åriga, 5 st två-åriga och 11 st tre-åriga. Enkla försöksplaner användes. Oftast lämnade lantbrukaren 1-2 st rutor oplöjda på ett i övrigt plöjt fält eller tvärtom. Rutstorleken var ca 400-1000 m². Plöjningen ersattes med 2-3 stubb-bearbetningar med tallriksredskap eller kultivator. Skörderesterna brukades i de flesta fall ned. Försöksuppläggningsen får ses mot bakgrund av att vi hösten 1975 var i ett stort behov av att inom en begränsad tidsperiod inhämta kunskap, erfarenhet och försöksresultat om plöjningsfri odling till så låga kostnader som möjligt. De enkla försöksplanerna medför vissa statistiska svagheter, som dock något kompenseras av de stora försöksrutorna.

I genomsnitt har det oplöjda försöksledet sänkt skörden till h-vete och korn, medan resultatet till havre och våroljeväxter är det omvända. Antalet försök med havre och våroljeväxter är dock för litet för att idag rekommendera plöjningsfri odling till just dessa båda grödor.

Resultaten med plöjningsfri odling har varierat år från år, i synnerhet år 1978 har varit ett för plöjningsfri odling ogynnsamt år. Förklaringen kan vara att den sista stubbearbetningen hösten 1977 till oplöjda led i många fall genomfördes under alltför våta förhållanden, med packnings- och ältningsskador som följd.

Några större skillnader mellan plöjda och oplöjda led vad beträffar grödornas kvalitativa egenskaper har ej konstaterats.

Infiltrationsmätningar har utförts dels på höstsådda försök, både på hösten efter uppkomst och på våren, och dels på vårsådda försök. Resultaten visar att efter höstsådd är infiltrationshastigheten på hösten avsevärt större i plöjda led än i oplöjda. På våren, i de höstsådda försöken, är infiltrationshastigheten fortfarande större i plöjda led, men skillnaden har reducerats markant. Av hittills utförda infiltrationsmätningar efter vårsådd kan inte någon säker skillnad mellan plöjt och oplöjt konstateras.

Vid en jämförelse av bearbetningskostnaderna mellan konventionell bearbetning och plöjningsfri odling, visar det sig att den största besparingen på bearbetningssidan görs vid höstsådd under torra och för plöjningen besvärliga förhållanden. I vissa fall och under vissa förutsättningar blir kostnadsbesparingen på bearbetningssidan ca 350 kr/ha. Omräknat i kg h-vete och uttryckt i procent av en normskörd på 5000 kg/ha blir det hela 9 %. Även tidsvinsten blir betydande, nära 3.5 tim/ha. Under ideala plöjningsförhållanden

blir bearbetningsvinsten med plöjningsfri odling betydligt mindre, och då den konventionella bearbetningen är väl utprovad och man med den förfogar över en metod som i de flesta fall fungerar störningsfritt, finns det i nuläget ingen anledning att överge den under goda plöjningsförhållanden.

Försöksresultat och praktisk erfarenhet har visat att plöjningsfri odling endast kan bli framgångsrik om följande tre krav tillgodoses.

1. Jordpackningen får inte vara för stark. Använd helst dubbelmontage och kör inte när jorden är våt.
2. Skörderesterna måste antingen föras bort eller sönderdelas väl. Stubbhöjden bör vara låg.
2. Ogräset måste kunna kontrolleras med grunda bearbetningar och kemiska medel.

Där dessa tre krav uppfyllts har spridningen i försöksmaterialet blivit mindre, samtidigt som det genomsnittliga resultatet för plöjningsfri odling förbättras. Se tabell 5.

Den situation då man i första hand bör överväga att slopa plöjningen är vid höstsådd under torra förhållanden, då plöjning och efterföljande såbäddsberedning kan vara både energi- och tidskrävande. Även i andra fall när plöjningen är särskilt besvärlig, t ex på steniga eller dåligt arronderade fält, kan man rekommendera en prövning av plöjningsfri odling både till höst- och vårsådd. Fortsatt försöksverksamhet får sedan visa om det finns fall då den plöjningsfria odlingen genomgående ger högre skörd än den konventionella. Exempelvis om den hittills erhållna positiva effekten till havre och vår-oljeväxter är bestående eller om vissa jordarter är speciellt lämpade för plöjningsfri odling. I en annan försöksserie finns idag resultat från ett par försöksplatser med hög halt mo och mjäla och med en lerhalt kring 25 % där plöjningsfri odling alltid varit klart bättre än konventionell bearbetning.

SUMMARY

*During 1965-68 about 20 trials with direct-drilling of different crops were conducted in Sweden. Despite occasional successful results the direct-drilling method was considered to be unreliable under Swedish conditions. Satisfactory control of *Agropyron repens* with paraquat or diquat was not possible as the period in the autumn was too short for repeated treatments to be carried out. Naturally, ability for the crop to survive the winter is more unreliable in Sweden than in, for example, England or central Europe and this applies to a greater extent in direct-drilled fields. Direct-drilling in the spring, as also in the autumn, implies greater risk of uneven germination as the seed is not always properly covered when direct-drilling, and particularly in the wheel tracks.*

The project with direct-drilling has now been ended. However, one of the trials was retained in a slightly modified form. The direct-drilling was replaced by shallow stubble cultivation in the autumn, normal spring tillage and sowing with a combine-drill. In this single experiment, the shallow cultivation has given, up to 1975, higher yields than the conventional treatment with annual ploughing.

In the early 1970's rapid development of implements for stubble cultivations took place. In addition, many different forms of using alternatives to the mouldboard plough, began to become popular in many places throughout the world, primarily in areas with low precipitation and/or in areas with water and/or wind erosion. In connection with the oil crisis which resulted in rapidly increasing energy prices, a series of long-term trials started in Sweden with different kinds of shallow tillage as an alternative to ploughing. By the middle of the 1970's interest in replacing energy-demanding ploughing operations with cheaper shallow tillage was so large that further research was needed. Most farmers wanted answers to the question whether it would be possible to replace ploughing with a shallow cultivation one or more times during the rotation. Thus, during 1976-78 a series of 31 one, two or three-year trials with ploughless farming was conducted in South and Central Sweden. Mouldboard ploughing, normal depth 22-25 cm, was compared with 2-3 cultivations to circa 10 cm with a disc-harrow or a cultivator, or with both in combination. In order to study the trials under practical conditions they conducted in close cooperation with the farmers who carried out all tillage operations. To avoid hindering farmers too much in their normal work the number of replicates was limited and very simple experimental plans were used. If the experimental field was to be ploughed, one plot was left unploughed or reverse. Thus the trials had the following appearance: A B A or B A B. A= conventional tillage, B= stubble cultivation down to circa 10 cm. In some cases two trials were conducted on the same field. In the results these replicates are considered as one trial. In order to compensate to some extent for the lack of replicates the plots were made fairly large, from 400 m² to 1000 m², thus motivating the name big-plot experiments.

The results from the experiments can be summarized as follows.

On average, the unploughed treatment caused yield reductions in winter wheat and spring barley, whereas the reverse applied to oats and spring oil seeds. The number of experiments with oats and spring oil seeds was, however, too small for ploughless farming to be recommended to these two crops (see Table 2).

The results with ploughless farming varied from year to year, and particularly 1978 was an unfavourable year. An explanation might be that the last stubble cultivation in the autumn of 1977 in unploughed treatments in many cases was done during far too wet conditions, with compaction and puddling as the result (see Fig. 1).

It was not possible to demonstrate any larger differences between ploughed and unploughed treatments as regards the crops' qualitative properties (see Table 4).

Using double cylinders infiltrometer, according to Bertrand (1965), measurements of the rate of water intake in the field were made in autumn-sown trials, both in the autumn following emergence and in the spring, as well as in spring-sown trials. The results show that following autumn-sowing the rate of water intake in the autumn is considerably greater in ploughed treatments than in unploughed. In the spring, in the autumn-sown trials, the rate of water intake has increased in both treatments but the difference has decreased. The measurements of the rate of water intake following spring-sowing have not yet revealed any statistically significant difference between ploughed and unploughed treatments (see Figs. 2 and 3).

Comparison of costs for conventional tillage with those for ploughless farming show that the largest saving is done for autumn-sown crops during dry years when ploughing is difficult. In some cases and under certain

conditions the saving on the cultivation side could amount to 350 Skr/ha. On these occasions the saving in time was also important, almost 3.5 h/ha. Under ideal ploughing conditions the saving in cultivation costs with ploughless farming will be considerably less. However, because the conventional tillage is well established and generally works without problems there is, at present, no reason to abandon it when conditions are suitable for ploughing (see Table 7).

Both practical experience and the experimental results have demonstrated that ploughless farming can only be successful if the following three requirements are fulfilled.

1. Soil compaction should not be too intensive. Dual tractor-wheel should preferably be used and no traffic should be allowed if the soil is wet.
2. Crop residues should either be removed or well disintegrated. The stubble height should be low.
3. The weeds must be satisfactorily controlled with shallow cultivations and with herbicides.

In experiments where these three requirements are fulfilled the variations in the experimental results are smaller and the average result for ploughless farming is better (see Table 5).

The situation when one should primarily consider abandoning the annual ploughing in Sweden is at autumn sowing under dry conditions when ploughing and subsequent seed bed preparation may be demanding from both the energy and the time aspect. Also in other cases when ploughing is particularly difficult, for example, in unsuitably shaped fields, it may be worth trying ploughless farming to both autumn and spring sown crops. Future trials will reveal whether there are cases when ploughless farming throughout gives higher yields than conventional tillage, for example, if the positive effect on oats and spring oil seeds is found to persist, or whether certain soils are particularly suitable for ploughless farming. At present, results are available from experimental sites with high silt and fine sand contents and with a clay content around 25 % where ploughless farming (in the autumn only cultivated to circa 10 cm) has always been better than conventional autumn ploughing to circa 22-25 cm.

LITTERATUR

- Bertrand, A.R. & Black, C.A. (red) 1965. Rate of water intake in the field. Ingår i Methods of soil analysis, AGRONOMY 9, DEL 1, AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY, Madison, USA, s. 197-209.
- Heinonen, R. 1974. Framtidsutsikter för nya system med minskad jordbearbetning, KONSULENTAVDELNINGENS STENCILSERIE, MARK-VÄXTER 27. Uppsala.
- Nilsson, B. 1972. Arbets- och Maskindata inom jordbruket. LANTBRUKSHÖGSKOLANS MEDDELANDE B, 18. Uppsala.
- Rydberg, T. 1980. När kan plöjningsfri odling tillämpas? KONSULENTAVDELNINGENS RAPPORTER, SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, ALLMÄNT 23, s. 6:1-10. Uppsala.

Wallbom, O. & Wretler, K. 1978. Förekomsten av några viktiga växtskadegörare vid plöjningsfri odling. RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN, Lantbrukshögskolan, Nr 55. 1978. Uppsala.

Lantmännens Maskinkatalog 1980. Lånepriser (Rekommenderade priser för uthyrning av jordbruksmaskiner lantbrukare emellan).